

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-317783

(43) 公開日 平成9年(1997)12月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 1 6 D 3/224  
3/24

F 1 6 D 3/20  
3/23

A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平8-133998

(22) 出願日

平成8年(1996)5月28日

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 曾根 啓助

静岡県浜松市三新町314-2

(72) 発明者 穂積 和彦

静岡県袋井市川井1044-3

(72) 発明者 兼子 佳久

静岡県周智郡森町睦実1582-1

(72) 発明者 杉山 達朗

静岡県磐田市見付3070-1

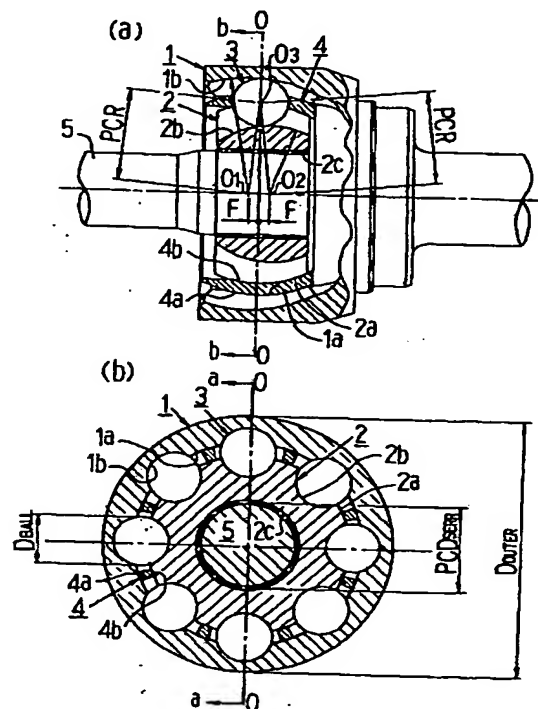
(74) 代理人 井理士 江原 省吾 (外2名)

(54) 【発明の名称】 自動車用固定型等速自在継手

(57) 【要約】

【解決課題】 コンパクト化、強度、耐久性、負荷容量、作動角の確保

【解決手段】 ボール3は8個配置されている。ボール3のピッチ円径PCDBALL ( $PCDBALL = 2 \times PCR$ ) と直径DBALLとの比  $r_1 (= PCDBALL / DBALL)$  は、 $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$  の範囲、外輪1の外径DOUERと内輪2のセレーション (又はスプライン) 2cのピッチ円径PCDSERRとの比  $r_1 (= DOUER / PCDSERR)$  は  $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$  の範囲内の値に設定されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内径面に 8 本の曲線状の案内溝を形成した外側継手部材と、外径面に 8 本の曲線状の案内溝を形成し、内径面に軸部を連結するための歯型を形成した内側継手部材と、外側継手部材の案内溝と内側継手部材の案内溝とが協働して形成されるボールトラックに配された 8 個のボールと、ボールを保持する保持器とを備え、自動車の動力伝達装置に用いられる自動車用固定型等速自在継手。

【請求項 2】 ボールのピッチ円径 (PCDBALL) とボールの直径 (DBALL) との比  $r_1 (=PCDBALL/DBALL)$  が、 $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$  の範囲内であることを特徴とする請求項 1 記載の自動車用固定型等速自在継手。

【請求項 3】 ボールのピッチ円径 (PCDBALL) とボールの直径 (DBALL) との比  $r_1 (=PCDBALL/DBALL)$  が、 $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$  の範囲内であり、かつ、外側継手部材の外径 (DOUTER) と内側継手部材の歯型のピッチ円径 (PCDSERR) との比  $r_2 (=DOUTER/PCDSERR)$  が、 $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$  の範囲内であることを特徴とする請求項 1 記載の自動車用固定型等速自在継手。

【請求項 4】 内径面に 8 本の曲線状の案内溝を形成した外側継手部材と、外径面に 8 本の曲線状の案内溝を形成し、内径面に軸部を連結するための歯型を形成した内側継手部材と、外側継手部材の案内溝と内側継手部材の案内溝とが協働して形成されるボールトラックに配された 8 個のボールと、ボールを保持する保持器とを備え、自動車の動力伝達装置に用いられる固定型等速自在継手であって、

外側継手部材の案内溝の中心が内径面の球面中心に対して、内側継手部材の案内溝の中心が外径面の球面中心に対して、それぞれ、軸方向に等距離 (F) だけ反対側にオフセットされ、

前記オフセット量 (F) と、外側継手部材の案内溝の中心又は内側継手部材の案内溝の中心とボールの中心とを結ぶ線分の長さ (PCR) との比  $R_1 (=F/PCR)$  が、 $0.069 \leq R_1 \leq 0.121$  の範囲内であることを特徴とする自動車用固定型等速自在継手。

【請求項 5】 内径面に 8 本の曲線状の案内溝を形成した外側継手部材と、外径面に 8 本の曲線状の案内溝を形成し、内径面に軸部を連結するための歯型を形成した内側継手部材と、外側継手部材の案内溝と内側継手部材の案内溝とが協働して形成されるボールトラックに配された 8 個のボールと、ボールを保持する保持器とを備え、自動車の動力伝達装置に用いられる固定型等速自在継手であって、

外側継手部材の案内溝の中心が内径面の球面中心に対して、内側継手部材の案内溝の中心が外径面の球面中心に対して、それぞれ、軸方向に等距離 (F) だけ反対側に

オフセットされ、かつ、保持器の外径面の球面中心と内径面の球面中心とが、ボールの中心を含む継手中心面に対して軸方向に等距離 (f) だけ反対側にオフセットされ、

前記オフセット量 (F) と、外側継手部材の案内溝の中心又は内側継手部材の案内溝の中心とボールの中心とを結ぶ線分の長さ (PCR) との比  $R_1 (=F/PCR)$  が、 $0.069 \leq R_1 \leq 0.121$  の範囲内であり、かつ、前記オフセット量 (f) と、前記 (PCR) との比  $R_2 (=f/PCR)$  が、 $0 < R_2 \leq 0.052$  の範囲内であることを特徴とする自動車用固定型等速自在継手。

【請求項 6】 ボールのピッチ円径 (PCDBALL) とボールの直径 (DBALL) との比  $r_1 (=PCDBALL/DBALL)$  が、 $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$  の範囲内であることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の自動車用固定型等速自在継手。

【請求項 7】 ボールのピッチ円径 (PCDBALL) とボールの直径 (DBALL) との比  $r_1 (=PCDBALL/DBALL)$  が、 $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$  の範囲内であり、かつ、外側継手部材の外径 (DOUTER) と内側継手部材の歯型のピッチ円径 (PCDSERR) との比  $r_2 (=DOUTER/PCDSERR)$  が、 $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$  の範囲内であることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の自動車用固定型等速自在継手。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、8 個のボールを備えた自動車用固定型等速自在継手に関する。

## 【0002】

【発明が解決しようとする課題】等速自在継手には、大別して、2 軸間の角度変位のみを許容する固定型と、角度変位および軸方向変位を許容する撓動型とがある。自動車のドライブシャフトやプロペラシャフトの連結には、通常、固定型と撓動型の等速自在継手を一対として用いる。

【0003】例えば、自動車のエンジンの動力を車輪に伝達する動力伝達装置は、エンジンと車輪との相対的位置関係の変化による角度変位と軸方向変位に対応する必要があるため、図 14 に示すように、エンジン側と車輪側との間に介装されるドライブシャフト 10 の一端を撓動型等速自在継手 11 を介してディファレンシャル 12 に連結し、他端を固定型等速自在継手 13 を介して車輪 14 に連結している。

【0004】撓動型と比較した場合の、固定型等速自在継手の特徴の一つは、高作動角をとれることである。上記のような自動車のドライブシャフト用固定型等速自在継手では、最大作動角  $45^\circ$  以上が必要とされる。一方、固定型等速自在継手は、撓動型に比べ、内部構造がやや複雑にならざるをえない。

【0005】図15に示すのは、固定型等速自在継手として代表的なツェパー型等速自在継手である。この等速自在継手は、内径面11aに6本の曲線状の案内溝11bを軸方向に形成した外側継手部材としての外輪11と、外径面12aに6本の曲線状の案内溝12bを軸方向に形成し、内径面に軸部を連結するためのセレーション（又はスプライン）12cを形成した内側継手部材としての内輪12と、外輪11の案内溝11bと内輪12の案内溝12bとが協働して形成されるボールトラックに配された6個のボール13と、ボール13を保持する保持器14とで構成される。

【0006】外輪11の案内溝11bの中心Aは内径面11aの球面中心に対して、内輪12の案内溝12bの中心Bは外径面12aの球面中心に対して、それぞれ、軸方向に等距離だけ反対側に（球面中心Aは継手の開口側、球面中心Bは継手の奥部側に）オフセットされている。保持器14の案内面となる外輪11の内径面11aおよび内輪12の外径面12aの球面中心は、いずれも継手中心面O内にある。

【0007】外輪11と内輪12とが角度 $\theta$ だけ角度変位すると、保持器14に案内されたボール13は常にどの作動角 $\theta$ においても、角度 $\theta$ の2等分面（ $\theta/2$ ）内に維持され、そのため継手の等速性が確保される。

【0008】本発明は、固定型等速自在継手において、より一層のコンパクト化を図り、また、比較品（上述したような6個ボールの固定型等速自在継手）と同等以上の強度、負荷容量および耐久性を確保し、特に自動車の動力伝達装置用として好適な固定型等速自在継手を提供しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、内径面に8本の曲線状の案内溝を形成した外側継手部材と、外径面に8本の曲線状の案内溝を形成し、内径面に軸部を連結するための歯型を形成した内

側継手部材と、外側継手部材の案内溝と内側継手部材の案内溝とが協働して形成されるボールトラックに配された8個のボールと、ボールを保持する保持器とを備え、自動車の動力伝達装置に用いられる構成を提供する（請求項1）。

【0010】上記構成に加え、ボールのピッチ円径（PCDBALL）と直径（DBALL）との比 $r_1$ （ $=PCDBALL/DBALL$ ）を $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$ の範囲内とすると良い（請求項2）。ここで、ボールのピッチ円径（PCDBALL）は、外側継手部材の案内溝の中心又は内側継手部材の案内溝の中心とボールの中心とを結ぶ線分の長さ

〔外側継手部材の案内溝の中心とボールの中心とを結ぶ線分の長さ、内側継手部材の案内溝の中心とボールの中心とを結ぶ線分の長さとは等しい。これにより、継手の等速性が確保される。以下、この寸法を（PCR）という。〕の2倍（ $PCDBALL=2 \times PCR$ ）である。

【0011】 $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$ とした理由は、外輪等の強度、継手の負荷容量および耐久性を比較品（6個ボールの固定型等速自在継手）と同等以上に確保するためである。すなわち、等速自在継手においては、限られたスペースの範囲で、ボールのピッチ円径（PCDBALL）を大幅に変更することは困難である。そのため、 $r_1$ の値は、主にボールの直径（DBALL）に依存することになる。 $r_1 < 3.3$ であると（主に直径DBALLが大きい場合）、他の部品（外輪、内輪等）の肉厚が薄くなりすぎて、強度の面で懸念が生じる。逆に、 $r_1 > 5.0$ であると（主に直径DBALLが小さい場合）、負荷容量が小さくなり、耐久性の面で懸念が生じる。 $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$ とすることにより、外輪等の強度、継手の負荷容量および耐久性を比較品（6個ボール）と同等以上に確保することができる。このことは、試験により、ある程度裏付けされている。

【0012】

【表2】

$r_1$	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
耐久性	○	○	○	○	○	○	○	○
外輪強度	×	△	△	○	○	○	○	○
内輪強度	×	△	△	○	○	○	○	○
保持器強度	×	△	△	○	○	○	○	○

○：良 △：可 ×：不可

（8個ボール）

【0013】表2に示すように（表2は比較試験に基づく評価を示している。）、 $r_1=3.2$ とした場合では、外輪、内輪、保持器の強度が十分に確保されず、好

ましくない結果が得られた。 $r_1=3.3, 3.4$ とした場合では、強度面でもまずまず良好な結果が得られた。特に、 $r_1 \geq 3.5$ とした場合では、外輪、内輪、

保持器の強度および継手の耐久性が十分に確保され、好ましい結果が得られた。尚、 $r1 \geq 3.9$  の範囲内については、まだ試験は行なっていないが、上記と同様に好ましい結果が得られるものと推測される。ただし、 $r1 \geq 5.0$  になると、耐久性の点が問題になると考えられるので、 $r1 \leq 5.0$  とするのが良い。

【0014】以上より、 $r1$  は、 $3.3 \leq r1 \leq 5.0$  の範囲内、好ましくは、 $3.5 \leq r1 \leq 5.0$  の範囲内に設定するのが良い。

【0015】また、上記構成に加え、さらに、外側継手部材の外径 ( $D_{OUTER}$ ) と内側継手部材の歯型のピッチ円径 ( $P_{CD_{SERR}}$ ) との比  $r2 (= D_{OUTER} / P_{CD_{SERR}})$  を  $2.5 \leq r2 \leq 3.5$  の範囲内とすると良い (請求項 3)。

【0016】 $2.5 \leq r2 \leq 3.5$  とした理由は次にある。すなわち、内側継手部材の歯型のピッチ円径 ( $P_{CD_{SERR}}$ ) は、相手軸の強度等との関係で大幅に変更することはできない。そのため、 $r2$  の値は、主に外側継手部材の外径 ( $D_{OUTER}$ ) に依存することになる。 $r2 < 2.5$  であると (主に外径  $D_{OUTER}$  が小さい場合)、各部品 (外輪、内輪等) の肉厚が薄くなりすぎて、強度の面で懸念が生じる。一方、 $r2 > 3.5$  であると (主に外径  $D_{OUTER}$  が大きい場合)、寸法的な面等から実用上の問題が生じる場合があり、また、コンパクト化という目的も達成できない。 $2.5 \leq r2 \leq 3.5$  とすることにより、外輪等の強度および継手の耐久性を比較品 (6個ボール) と同等以上に確保することができ、かつ、実用上の要請も満足できる。特に、 $2.5 \leq r2 < 3.2$  とすることにより、同じ呼び形式の比較品 (6個ボール) に対して、外径寸法をコンパクト化できるというメリットがある。

【0017】以上より、 $r2$  は、 $2.5 \leq r2 \leq 3.5$  の範囲内、好ましくは、 $2.5 \leq r2 < 3.2$  の範囲内に設定するのが良い。

【0018】また、本発明は、内径面に 8 本の曲線状の案内溝を形成した外側継手部材と、外径面に 8 本の曲線状の案内溝を形成し、内径面に軸部を連結するための歯型を形成した内側継手部材と、外側継手部材の案内溝と内側継手部材の案内溝とが協働して形成されるボールトラックに配された 8 個のボールと、ボールを保持する保持器とを備え、自動車の動力伝達装置に用いられるものであって、外側継手部材の案内溝の中心が内径面の球面中心に対して、内側継手部材の案内溝の中心が外径面の球面中心に対して、それぞれ、軸方向に等距離 ( $F$ ) だけ反対側にオフセットされ、前記オフセット量 ( $F$ ) と、前記 ( $P_{CD_{SERR}}$ ) との比  $R1 (= F / P_{CD_{SERR}})$  が、 $0.069 \leq R1 \leq 0.121$  の範囲内である構成を提供する (請求項 4)。

【0019】 $0.069 \leq R1 \leq 0.121$  とした理由は次にある。 $P_{CD_{SERR}}$  を固定して考えた場合、一般に、作

動角付与時、オフセット量 ( $F$ ) が大きいほどトラック荷重 (案内溝とボールとの接触部分に加わる荷重) は減少するので、トラック荷重の点では、オフセット量 ( $F$ ) が大きい方が有利であると言える。

【0020】しかし、オフセット量 ( $F$ ) が大きすぎると：

(I) 高作動角域でトラックが浅くなり、許容負荷トルクの低下を招く；

(II) 保持器のポケット内での、ボールの径方向移動量が大きくなるので、ボールの脱落を防止するため、保持器の肉厚 (径方向寸法) を大きくする必要が生じる。そのため、トラックが浅くなり、許容負荷トルクの低下を招く；

(III) 保持器のポケット内での、ボールの周方向移動量が大きくなるので、ボールの適正な運動を確保するため、保持器のポケットの周方向寸法を大きくする必要が生じる。そのため、保持器の柱部が細くなり、強度面が問題となる。

【0021】一方、オフセット量 ( $F$ ) が小さすぎると：

(IV) 作動角付与時、負荷側のトラック荷重 ( $P1$ )、非負荷側のトラック荷重 ( $P2$  : 1 回転中に、非負荷側トラックに荷重が働く位相が生じる。) のピーク値が増大し ( $P1$ 、 $P2$  は所定の位相角でピーク値を示す。)、耐久性低下を招く；

(V) 最大作動角が減少する。

【0022】以上より、オフセット量 ( $F$ ) は、過大・過小いずれも好ましくなく、上記 (I) (II) (III) の問題と上記 (IV) (V) の問題との均衡を図り得る最適範囲が存在する。ただ、オフセット量 ( $F$ ) の最適範囲は継手の大きさによって変わるので、継手の大きさを表す基本寸法との関係において求める必要がある。比  $R1 (= F / P_{CD_{SERR}})$  を用いているのはそのためである。 $R1 < 0.121$  であると上記 (I) (II) (III) が問題となり、 $R1 < 0.069$  であると上記 (IV) (V) が問題となる。許容負荷トルクの確保、保持器強度の確保、トラック荷重の低減、耐久性の確保、最大作動角の確保の点から、 $0.069 \leq R1 \leq 0.121$  がオフセット量 ( $F$ ) の最適範囲である。ここで、上記  $R1$  の上限値 ( $0.121$ ) は比較品 (6 個ボールの固定型等速自在継手) における  $R1$  の一般的な値 (通常、 $0.14$  である。) よりもかなり小さい。 $R1$  が小さい分、本発明品は比較品に比べ、許容負荷トルクの向上、保持器強度の確保に関して、より一層の配慮が払われているといえることができる。 $R1$  を上記範囲に設定することができたのは、本発明品が 8 個のボールを備えており、トラック荷重の点で比較品よりも有利であること (理論解析により確認されている。)、温度上昇が比較品に比べて低減されること (実験により確認されている。図 8、図 9 参照) による。比較品 (6 個ボール) において、 $R1$  を

上記範囲に設定すると、トラック荷重が過大となって、耐久性低下につながると考えられる。

【0023】上記構成に加え、さらに、保持器の外径面の球面中心と内径面の球面中心とを、ボールの中心を含む継手中心面に対して軸方向に等距離( $f$ )だけ反対側にオフセットさせ、前記オフセット量( $f$ )と、前記( $PCR$ )との比 $R2 (= f/PCR)$ を、 $0 < R2 \leq 0.052$ の範囲内とした構成を採用することもできる(請求項5)。

【0024】 $0 < R2 \leq 0.052$ とした理由は次にある。一般に、オフセット量( $f$ )を設けることにより、保持器の内径面の面積を増大させ、発熱減少により、耐久性向上を図ることができ、また、内輪を組入れる保持器の入口部の肉厚を増大させ、強度向上を図ることができるという利点がある。

【0025】しかし、オフセット量( $f$ )が大きすぎると：

(I) 保持器のポケット内におけるボールの周方向移動量が大きくなるので、ボールの適正な運動を確保するため、保持器のポケットの周方向寸法を大きくする必要が生じる。そのため、保持器の柱部が細くなり、強度面が問題となる；

(II) 保持器の入口部と反対側の部分の肉厚が小さくなり、強度面が問題となる。

【0026】以上より、オフセット量( $f$ )が過大であるのは好ましくなく、オフセット量( $f$ )を設ける意義と上記(I)(II)の問題との均衡を図り得る最適範囲が存在する。ただ、オフセット量( $f$ )の最適範囲は継手の大きさによって変わるので、継手の大きさを表す基本寸法との関係において求める必要がある。比 $R2 (= f/PCR)$ を用いているのはそのためである。 $R1 > 0.052$ であると上記(I)(II)が問題となる。保持器強度の確保、耐久性の確保の点から、 $0 < R2 \leq 0.052$ がオフセット量( $f$ )の最適範囲である。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に従って説明する。

【0028】図1に示すように、この実施形態の固定型等速自在継手は、内径面1aに8本の曲線状の案内溝1bを軸方向に形成した外側継手部材としての外輪1と、外径面2aに8本の曲線状の案内溝2bを軸方向に形成し、内径面に軸部5を連結するためのセレーション(又はスプライン)2cを形成した内側継手部材としての内輪2と、外輪1の案内溝1bと内輪2の案内溝2bとが協働して形成されるボールトラックに配された8個のボール3と、ボール3を保持する保持器4とで構成される。

【0029】この実施形態において、外輪1の案内溝1bの中心O1は内径面1aの球面中心に対して、内輪2の案内溝2bの中心O2は外径面2aの球面中心に対して、それぞれ、軸方向に等距離( $F$ )だけ反対側にオフセットされている。保持器4の外径面4aの球面中心、および、保持器4の外径面4aの案内面となる外輪1の内径面1aの球面中心は、いずれも、ボール3の中心O3を含む継手中心面O内にある。また、保持器4の内径面4bの球面中心、および、保持器4の内径面4bの案内面となる内輪2の外径面2aの球面中心は、いずれも、継手中心面O内にある。それ故、外輪1の上記オフセット量( $F$ )は、案内溝1bの中心O1と継手中心面Oとの間の軸方向距離、内輪2の上記オフセット量( $F$ )は、案内溝2bの中心O2と継手中心面Oとの間の軸方向距離になり、両者は等しい。外輪1の案内溝1bの中心O1と内輪2の案内溝2bの中心O2とは、継手中心面Oに対して軸方向に等距離( $F$ )だけ反対側(案内溝1bの中心O1は継手の開口側、案内溝2bの中心O2は継手の奥部側)にずれた位置にある。外輪1の案内溝1bの中心O1とボール3の中心O3を結ぶ線分の長さ、内輪2の案内溝2bの中心O2とボール3の中心O3を結ぶ線分の長さが、それぞれ $PCR$ であり、両者は等しい。

【0030】外輪1と内輪2とが角度 $\theta$ だけ角度変位すると、保持器4に案内されたボール3は常にどの作動角 $\theta$ においても、角度 $\theta$ の2等分面( $\theta/2$ )内に維持され、継手の等速性が確保される。

【0031】この実施形態では、上記構成に加え、継手の主要寸法を次のような値に設定している。前述したように、

①ボール3のピッチ円径 $PCDBALL$ ( $PCDBALL = 2 \times PCR$ )と直径 $DBALL$ との比 $r1 (= PCDBALL/DBALL)$ は、 $3.3 \leq r1 \leq 5.0$ の範囲、好ましくは、 $3.5 \leq r1 \leq 5.0$ の範囲内の値に設定するのが、外輪等の強度確保、負荷容量の確保、耐久性の確保の点から好ましいが、この実施形態では、 $r1 = 3.83$ に設定してある。また、

②外輪1の外径 $DOUTER$ と内輪2のセレーション(又はスプライン)2cのピッチ円径 $PCDSERR$ との比 $r2 (= DOUTER/PCDSERR)$ を $2.5 \leq r2 \leq 3.5$ 、例えば、 $2.5 \leq r2 < 3.2$ の範囲内の値に設定してある。尚、上記①の構成は単独で採用しても良い。

【0032】上記①②の構成について、同じ呼び形式の比較品(図15に示すような6個ボールの固定型等速自在継手)と比較すると表1のようになる。

【0033】

【表1】

$r_1 (=PCD_{BALL}/D_{BALL})$		$r_2 (=D_{OUTER}/PCD_{SEMR})$	
実施形態品 (8個ボール)	比較品 (6個ボール)	実施形態品 (8個ボール)	比較品 (6個ボール)
$3.3 \leq r_1 \leq 5.0$	$3.0 \leq r_1 \leq 3.5$	$2.5 \leq r_2 \leq 3.5$	$3.2 \leq r_2$

【0034】この実施形態の固定型等速自在継手は、ボール3の個数が8個であり、比較品（6個ボール）に比べ、継手の全負荷容量に占めるボール1個当りの負荷割合が少ないので、同じ呼び形式の比較品（6個ボール）に対して、ボール3の直径 $D_{BALL}$ を小さくし、外輪1の肉厚および内輪2の肉厚を比較品（6個ボール）と同程度に確保することが可能である。

【0035】また、同じ呼び形式の比較品（6個ボール）に対して、比 $r_2 (=D_{OUTER}/PCD_{SEMR})$ を小さくし（ $2.5 \leq r_2 < 3.2$ ）、比較品（6個ボール）と同等以上の強度、負荷容量および耐久性を確保しつつ、より一層のコンパクト化を図ることができる。

【0036】案内溝1b、2bのオフセット量（F）は次のような値に設定すると良い。前述したように、③案内溝1b、2bのオフセット量（F）は、比 $R_1 (=F/PCR)$ が、 $0.069 \leq R_1 \leq 0.121$ の範囲内になるように設定するのが、許容負荷トルクの確保、保持器強度の確保、トラック荷重の低減、耐久性の確保、最大作動角の確保の点から好ましいが、この実施形態では、 $R_1 = 0.104$ （又は $0.1038$ ）に設定してある。比較品（6個ボール）における $R_1$ の一般的な値は $0.14$ であり、この実施形態品の $R_1$ は比較品よりもかなり小さい。

【0037】図2は、外輪1を示している。外輪1の内径面1aの開口側領域には、保持器4を内径面1aに組込むための円筒状カット部1a1が設けられている。保持器4の組込みに際しては、図2（a）に示すように、軸線を互いに直交させた状態で、保持器4のポケット4cを円筒状カット部1a1に入れる。この態様で、保持器4を、その外径面4aの球面中心が外輪1の内径面1aの球面中心に一致するまで挿入する。この状態から、保持器4を90度回転させ、保持器4の軸線と外輪1の軸線とを一致させる。これにより、保持器4が外輪1の内径面1aに完全に組込まれる。

【0038】また、図2（c）（d）に拡大して示すように、外輪1の案内溝1bの開口側領域には、チャンファ1b1が設けられている。チャンファ1b1は、案内溝1bを熱処理する際（図2（d）における領域Wに熱処理を施す。）の焼抜けを防止する役割をもつ（外輪1

の開口端面に焼きが入らないようにする）と同時に、ボール3を保持器4のポケット4cに組込む際の案内部として利用することができる。

【0039】図3は、内輪2を示している。内輪2の外径面2aの直径はA、180度対向した2つの案内溝1bの溝底を含む平面Sと平行な縦断面における、外径面2a間の最大間隔はCである。

【0040】図4は、保持器4を示している。保持器4には、ボール3を収容保持する8つの窓状のポケット4cが円周等間隔に設けられている。8つのポケット4cのうち4つは円周方向寸法の大きな長ポケット4c1、残りの4つは円周方向の小さな短ポケット4c2で、長ポケット4c1と短ポケット4c2とは交互に配列されている。また、内輪2を組入れる保持器4の入口部4dの径（B）は、図3に示す内輪2の外径（A）と、最大間隔（C）に対して、 $C \leq B < A$ の関係になるように設定されている。入口部4dの奥側（内径面4bと入口部4dとの境界部分）は段差4eになっている。

【0041】入口部4dの径（B）を $C \leq B < A$ の関係になるように設定したのは、保持器4の内径面4bに内輪2を組込む際の組込み性に配慮したためである。内輪2の組込みに際しては、互いの軸線を直交させた状態で、内輪2の1つの案内溝2bを保持器4の入口部4dにあてがいながら、内輪2を保持器4の内径面4bに挿入する。この態様で、内輪2をある程度挿入すると、内輪2の外径面2aの最大間隔（C）が段差4eに引っ掛かり、その以上内輪2を挿入することができなくなる（図5に示す状態）。この状態から、内輪2を90度回転させ、内輪2の軸線と保持器4の軸線とを一致させる。これにより、内輪2が保持器4の内径面4bに完全に組込まれる。

【0042】4つの長ポケット4c1と4つの短ポケット4c2とを交互に配列したのは、ボール3を保持器4のポケット4cに組込む際の組込み性に配慮したためである。図6（a）に示すように、ボール3の組込みは、内輪2および保持器4のアセンブリを外輪1の内径面1aに組込んだ後、内輪2および保持器4を外輪1に対して角度変位（ボール組込み角 $\alpha$ ）させた状態で行なう。図6（b）の各位相におけるボール3を、31、3

2、・・・、38で示す。ボール31、33、35、37は保持器4の短ポケット4c2に收容され、ボール32、34、36、38は長ポケット4c1に收容されている。継手が作動角 $\alpha$ をとった時の、ポケット4c内におけるボール3の移動位置は図7に示すようになる。尚、図7(a)は保持器オフセット(f)を設けていない図1の構成、図7(b)は保持器オフセット(f)を設けた図11および図12の構成にそれぞれ対応している。ボール3は、まず4つの長ポケット4c1にそれぞれ組込み、その後、4つの短ポケット4c2にそれぞれ組込む。例えばボール31を組込む際、33、35、37の位相では、ボール3の周方向の動き量は少ない。そのため、ボール31を短ポケット4c2に組込むことができる。同様に、例えばボール33を組込む際、31、35、37の位相では、ボール3の周方向の動き量は少ない。そのため、ボール33を短ポケット4c2に組込むことができる。このようにして、全ての短ポケット4a2にボール3を組込むことができる。尚、ボール3をポケット4cに組込む際、外輪1のチャンファ1b1がボール3を案内する役割をなす【図6(a)参照】。

【0043】上述した態様で、外輪1、内輪2、保持器4、ボール3を組付けると、図1に示す本実施形態の固定型等速自在継手が完成する。内輪2のセレーション(スプラインでも良い。)2cには、軸部5が連結される。尚、この実施形態では、軸部5をボロン鋼で形成し、軸部5の小径化を図っている(最大作動角付与時、外輪1の開口端と干渉する部分の径を小さくしてある。セレーションの径は比較品と同じにしてある。)。軸部5の小径化を図ったのは、作動角増大に配慮したためである。試作品では、例えば自動車のドライブシャフト用継手として要求される最大作動角45°以上を充分達成できた。

【0044】図8は、実施形態品と比較品(6個ボールの固定型逃走自在継手)(いずれも同じ呼び形式)について、回転数(rpm)と温度上昇量(°C)との関係を比較試験した結果を示している。同図でX(点線白○)は実施形態品、Y(実線黒○)は比較品であり、温度上昇量(°C)は、運転開始から30分経過後に測定したデータである。また、 $\theta$ は継手作動角、Tは入力回転トルクである。

【0045】同図に示す試験結果から明らかなように、実施形態品(X)の温度上昇量は比較品(Y)よりも小さく、回転数が高くなるに従ってその差が大きくなっている。温度上昇の低減は、耐久性の向上につながる。また、そのような温度上昇の低減は、作動角( $\theta$ )および入力回転トルク(T)の如何を問わず得られるものと考えられる。

【0046】図9は、実施形態品と比較品(6個ボール)(いずれも同じ呼び形式)について、温度上昇量(°C)の経時変化を比較試験した結果を示している。

同図でX(点線白○)は実施形態品、Y(実線黒○)は比較品であり、 $\theta$ は継手作動角、Tは入力回転トルクである。

【0047】同図に示す試験結果から明らかなように、実施形態品(X)の温度上昇量は比較品(Y)よりも小さく、その差は運転時間が長くなってもあまり変化していない。

【0048】図10は、実施形態品と比較品(6個ボール)(いずれも同じ呼び形式)について、作動角 $\theta$ (deg)とトルク損失率(%)との関係を比較試験した結果を示している。同図でX(点線白○)は実施形態品、Y(実線黒○)は比較品であり、 $\theta=10\text{deg}$ では入力回転トルク $T=196\text{N}\cdot\text{m}$ 、 $\theta=30\text{deg}$ では $T=98\text{N}\cdot\text{m}$ として、トルク損失率を測定している。

【0049】同図から明らかなように、実施形態品(X)のトルク損失率は比較品(Y)よりも小さく、作動角 $\theta$ が大きくなるに従ってその差が大きくなっている。トルク損失の低減は、省燃費、省エネルギーに寄与する他、温度上昇の低減ひいては耐久性の向上にもつながる。

【0050】以上のように、この実施形態の固定型等速自在継手によれば、形状がコンパクトでありながら、比較品(6個ボール)と同等またはそれ以上の負荷容量および耐久性をもたせることができる。

【0051】図11は、本発明の他の実施形態に係わる固定型等速自在継手を示している。外輪1の案内溝1bの中心O1は内径面1aの球面中心O4に対して、内輪2の案内溝2bの中心O2は外径面2aの球面中心O5に対して、それぞれ、軸方向に等距離(F)だけ反対側にオフセットされている。さらに、この実施形態では、保持器4の外径面4aの球面中心(外輪1の内径面1aの球面中心O4と同じ)と、保持器4の内径面4bの球面中心(内輪2の外径面2aの球面中心O5と同じ)とを、継手中心面Oに対して軸方向に等距離(f)だけ反対側にオフセットさせている。外輪1の上記オフセット量(F)は、案内溝1bの中心O1と内径面1aの球面中心O4との間の軸方向距離、内輪2の上記オフセット量(F)は、案内溝2bの中心O2と外径面2aの球面中心O5との間の軸方向距離になり、両者は等しい。外輪1の案内溝1bの中心O1と内輪2の案内溝2bの中心O2とは、継手中心面Oに対して軸方向に等距離だけ反対側(案内溝1bの中心O1は継手の開口側、案内溝2bの中心O2は継手の奥部側)にずれた位置にある。外輪1の案内溝1bの中心O1とボール3の中心O3を結ぶ線分の長さ、内輪2の案内溝2bの中心O2とボール3の中心O3を結ぶ線分の長さが、それぞれPCRであり、両者は等しい。

【0052】保持器4の外径面4a、内径面4bのオフセット量(f)は、次のような値に設定すると良い。前述したように、



④外径面4a、内径面4bのオフセット量(f)は比 $R2 (= f/PCR)$ が、 $0 < R2 \leq 0.052$ の範囲内になるように設定するのが、保持器強度の確保、耐久性の確保の点から好ましいが、この実施形態では、 $R2 = 0.035$ に設定してある。上記実施形態における①②③の構成については同様であるので(但し、①の構成に関しては、 $R1 = 0.1003$ に設定している。)、説明を省略する。尚、保持器4のオフセット(f)の向きは逆でも良い。すなわち、図11における点O4を内径面4bの球面中心、点O5を外径面4aの球面中心としても良い。

【0053】図12に示す実施形態は、外輪1の案内溝1bの所定領域U1、内輪2の案内溝2bの所定領域U2をそれぞれストレート状にしたものである。案内溝1bのU1以外の領域は点O1を中心とする曲線状、案内溝2bのU2以外の領域は点O2を中心とする曲線状である。その他の構成は、図11に示す実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0054】尚、この種の固定型等速自在継手において、外輪案内溝の中心、内輪案内溝の中心、外輪内径面の球面中心、内輪外径面の球面中心の位置関係には、図13示すような8つのバリエーション【図13(a)～図13(h)】があるが、本発明はそのいずれの構成にも適用することができる。ちなみに、図1の構成は図13(b)、図11および図12の構成は図13(a)にそれぞれ対応している。

【0055】また、以上説明した実施形態における構成①②③④は、(①)、(①+②)、(③)、(④)、(①+③)、(①+④)、(①+②+③)、(①+②+④)、(③+④)、(①+③+④)、(①+②+③+④)のように、単独で又は組み合わせて用いることができる。これらの中で、(①)(請求項2)、(①+②)(請求項3)、(③)(請求項4)、(③+④)(請求項5)、(①+③)(請求項6)、(①+③+④)(請求項6)、(①+②+③)(請求項7)、(①+②+③+④)(請求項7)の構成が好ましい。

【0056】この実施形態の固定型等速自在継手は、自動車、各種産業機械等における動力伝達要素として広く用いることができるが、特に、自動車のドライブシャフト用として好適である。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、固定型等速自在継手における、より一層のコンパクト化を図ることができると同時に、比較品(6個ボール)と同等以上の強度、負荷容量、耐久性、作動角を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示す縦断面図(図a:図bにおけるa-a断面)、横断面図(図b:図aにおけるb-b断面)である。

【図2】外輪の正面図(図a)、縦部分断面図(図b)、図aにおける案内溝部分の拡大正面図(図c)、図bにおける端部の拡大縦断面図(図d)である。

【図3】内輪の正面図(図a)、縦断面図(図b)である。

【図4】保持器の横断面図(図a)、縦断面図(図b)である。

【図5】内輪を保持器に組込む際の一態様を示す正面図である。

【図6】ボールを組込む際の態様を示す縦断面図(図a)、横断面図(図b)である。

【図7】作動角 $\alpha$ の時の、ポケット内におけるボールの移動位置を示す図である。図(a)は保持器オフセットを設けていない構成、図(b)は保持器オフセットを設けた構成にそれぞれ対応している。

【図8】回転数と温度上昇量との関係を示す図である(図a、図b、図c)。

【図9】温度上昇量の経時変化を示す図である。

【図10】作動角とトルク損失率との関係を示す図である。

【図11】本発明の他の実施形態を示す縦断面図(図a:図bにおけるa-a断面)、横断面図(図b:図aにおけるb-b断面)である。

【図12】本発明の他の実施形態を示す縦断面図(図a:図bにおけるa-a断面)、横断面図(図b:図aにおけるb-b断面)である。

【図13】固定型等速自在継手における、外輪案内溝の中心、内輪案内溝の中心、外輪内径面(保持器外径面)の中心、内輪外径面(保持器内径面)の中心の位置関係のバリエーションを示す図である。

【図14】自動車の動力伝達装置の一例(ドライブシャフト)を示す図である。

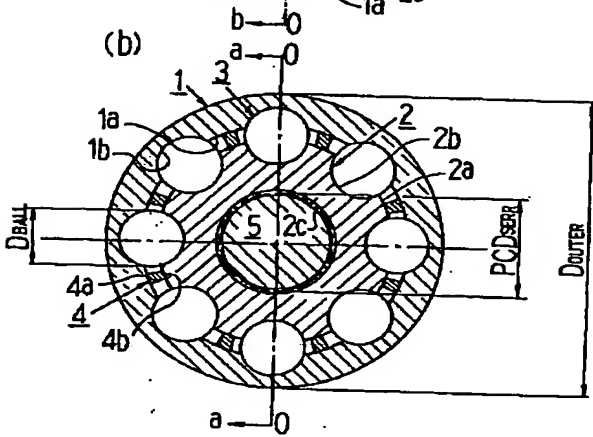
【図15】比較品(6個ボールの固定型等速自在継手)を示す横断面図(図a)、縦断面図(図b:図aにおけるb-b断面図)である。

【符号の説明】

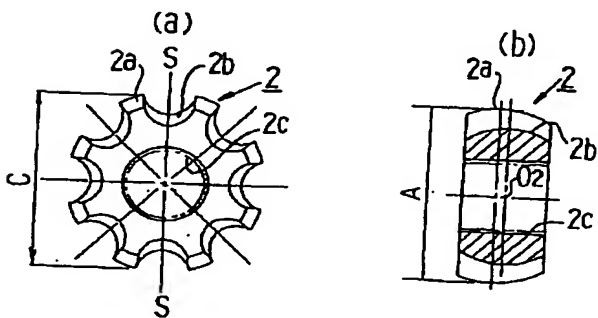
- 1 外輪
- 1a 内径面
- 1b 案内溝
- 2 内輪
- 2a 外径面
- 2b 案内溝
- 3 ボール
- 4 保持器
- O1 外輪の案内溝の中心
- O2 内輪の案内溝の中心
- O3 ボールの中心
- O4 保持器の外径面の球面中心
- O5 保持器の内径面の球面中心



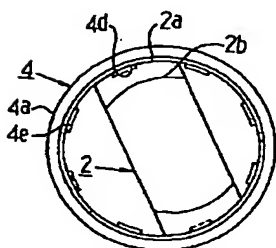
【圖 1】



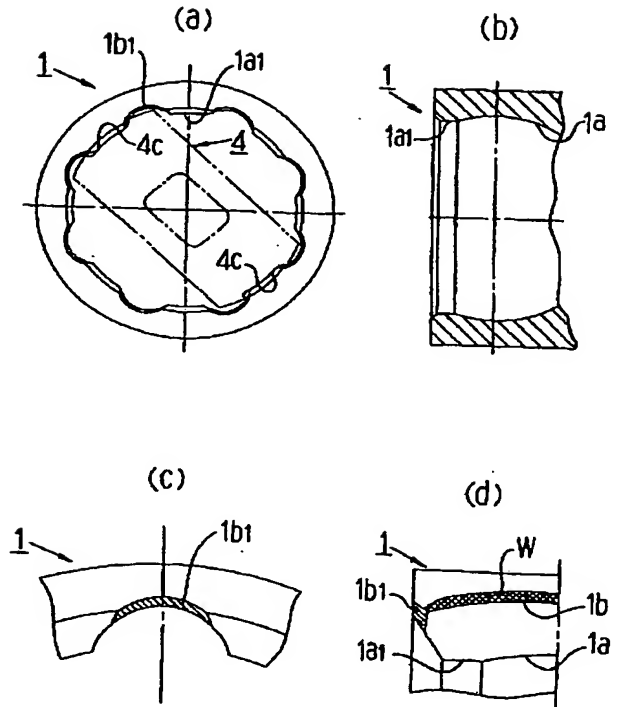
【図 3】



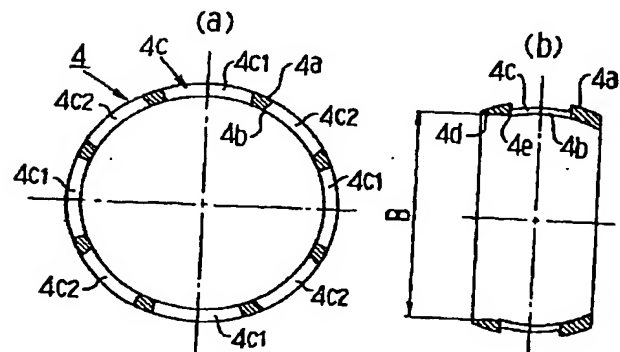
【圖5】



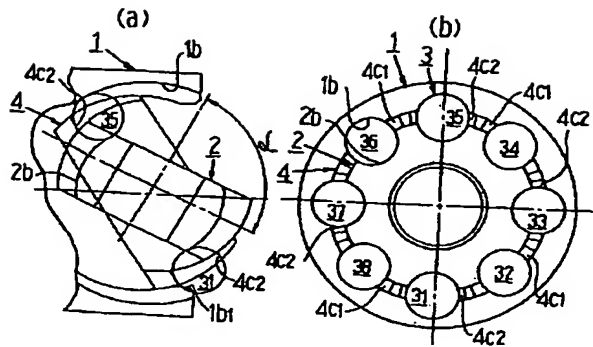
【図 2】



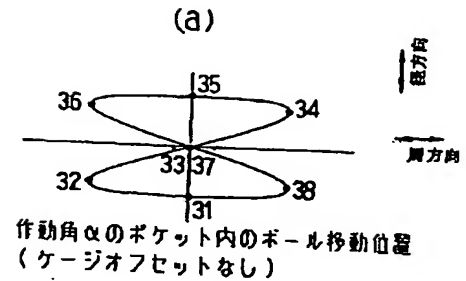
【図 4】



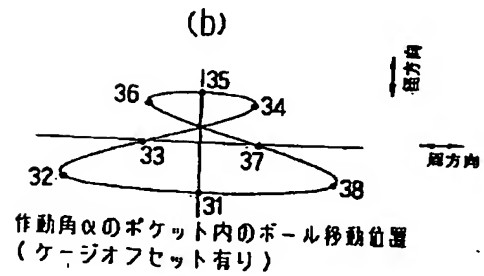
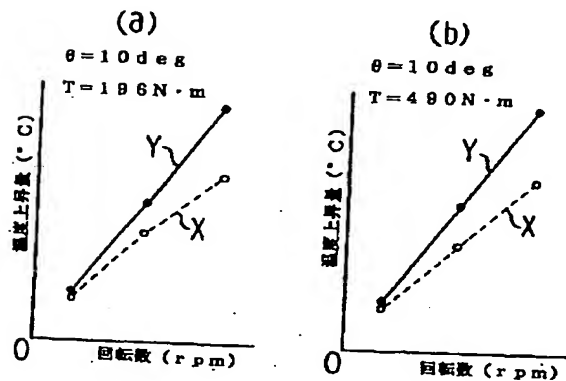
【図6】



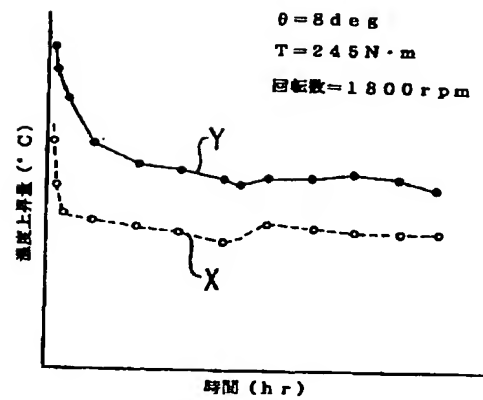
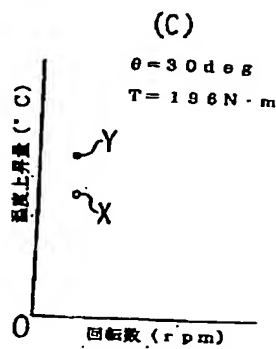
【図7】



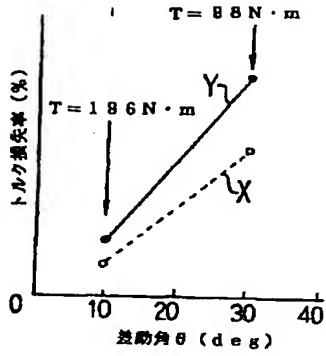
【図8】



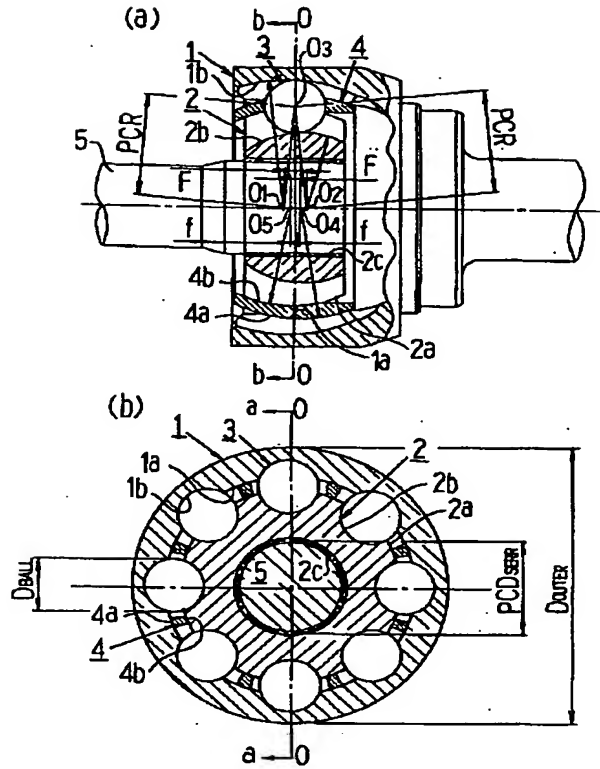
【図9】



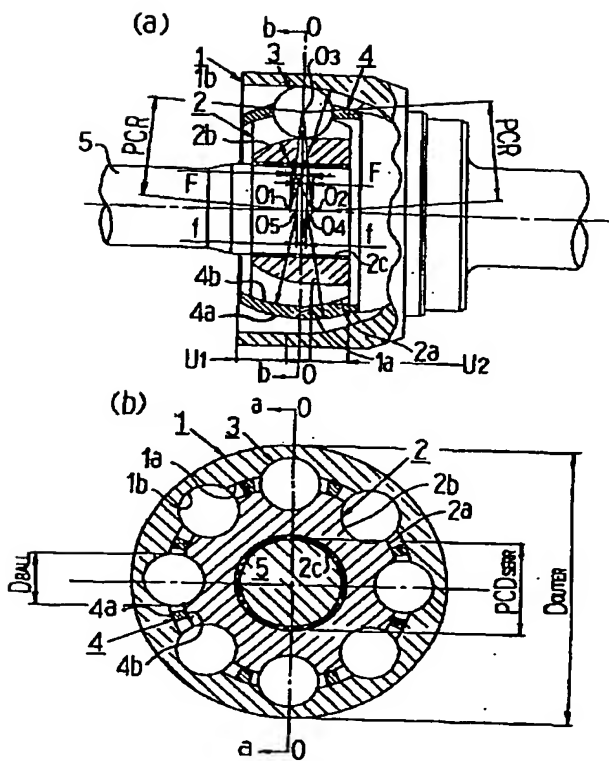
【図10】



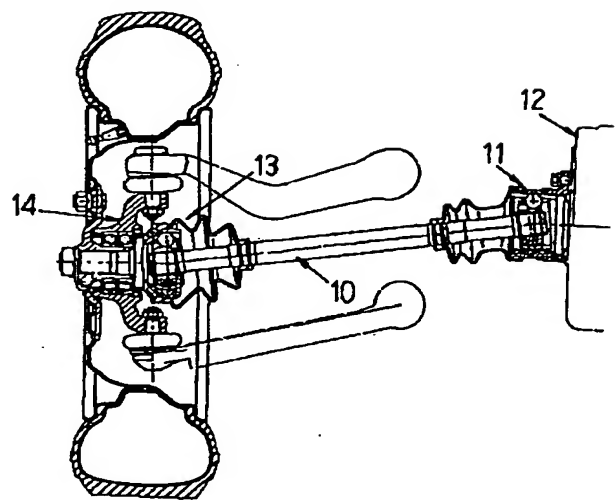
【図11】



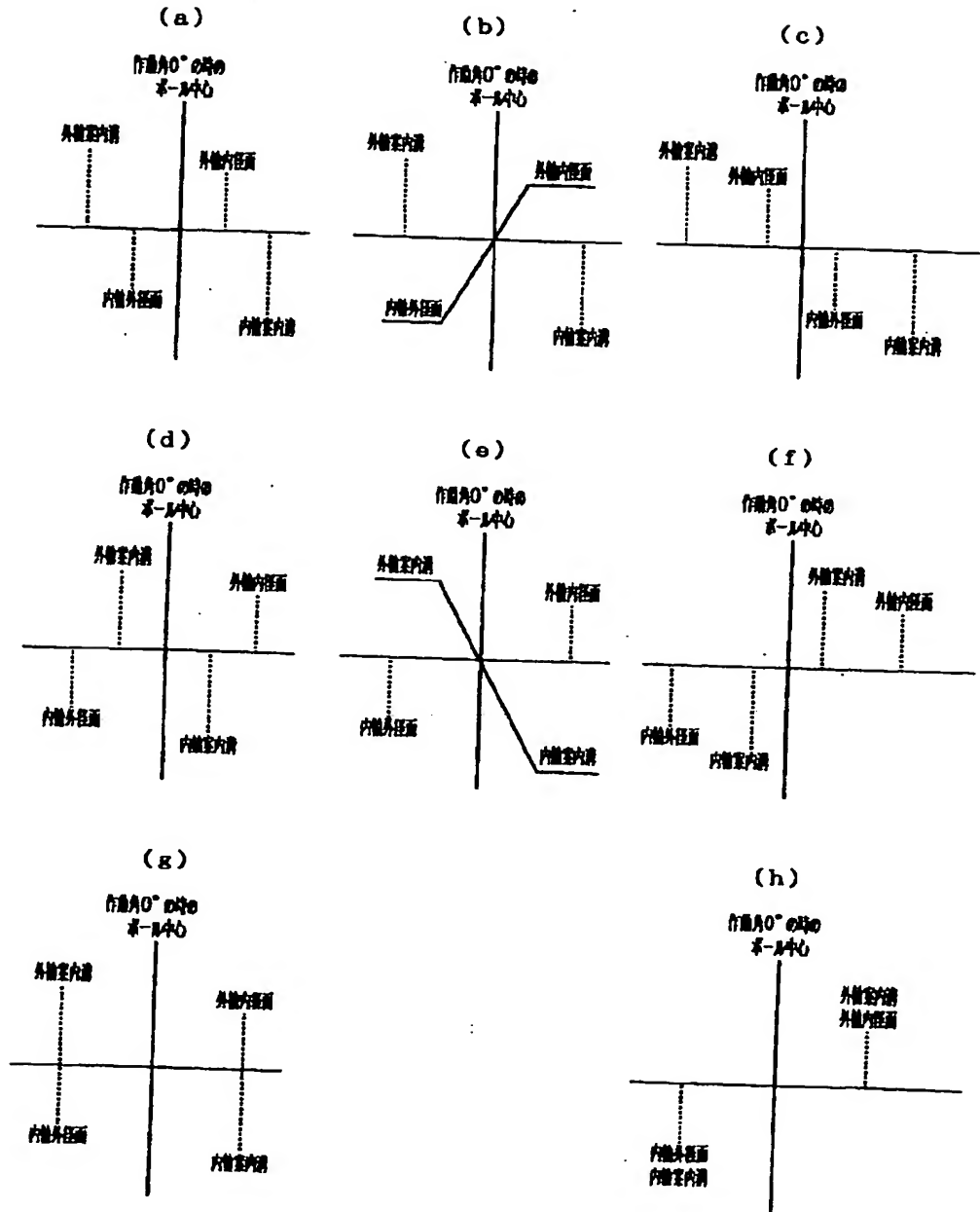
【図12】



【図14】



【図13】



【図15】

